

Maisons-Alfort, le 14/02/2025

AVIS
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail
relatif à une demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement
d'un macro-organisme non indigène utile aux végétaux

Souche non indigène de *Cotesia typhae* de la société BIOLINE AGROSCIENCES France.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail a notamment pour mission l'évaluation des dossiers de produits phytopharmaceutiques et de demande d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux. Les avis formulés par l'agence comprennent :

- L'évaluation des risques que l'utilisation de ces produits peut présenter pour l'homme, l'animal ou l'environnement ;
 - L'évaluation de leur efficacité et de l'absence d'effets inacceptables sur les végétaux et produits végétaux ainsi que celle de leurs autres bénéfices éventuels ;
 - Une synthèse de ces évaluations, assortie de recommandations portant notamment sur leurs conditions d'emploi.
-

PRÉSENTATION DE LA DEMANDE

Dans le cadre des dispositions prévues par l'article L 258-1 et 2 du code rural et de la pêche maritime, et du décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012¹, l'entrée sur le territoire et l'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux sont soumises à autorisation préalable des ministres chargés de l'agriculture et de l'environnement, sur la base d'une analyse du risque phytosanitaire et environnemental que cet organisme peut présenter.

L'Agence a accusé réception le 13 juillet 2023 d'une demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement d'une souche non indigène du macro-organisme *Cotesia typhae* Fernandez-Triana, un hyménoptère parasitoïde, de la part de la société BIOLINE AGROSCIENCES France. Conformément au code rural et de la pêche maritime, l'avis de l'Anses est requis.

Le présent avis porte sur l'évaluation des risques sanitaire, phytosanitaire et environnemental et des bénéfices liés à l'introduction dans l'environnement d'une souche non indigène du macro-organisme *Cotesia typhae* Fernandez-Triana dans le cadre de lâchers augmentatifs expérimentaux ayant pour but d'évaluer l'efficacité du macro-organisme contre la noctuelle du maïs *Sesamia nonagrioides* (Lefebvre, 1827), un lépidoptère ravageur du maïs, en France. L'utilisation du macro-organisme concerne donc, dans le cadre de cette demande, des parcelles agricoles de plein champ exclusivement.

Il est fondé sur l'examen par l'Agence du dossier de demande déposé par BIOLINE AGROSCIENCES France pour ce macro-organisme, conformément aux dispositions du décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012 et à l'annexe II de l'arrêté du 28 juin 2012² relatifs à la constitution du dossier technique.

¹ Décret no 2012-140 du 30 janvier 2012 relatif aux conditions d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique.

² Arrêté du 28 juin 2012 relatif aux demandes d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique (JORF N°0151 du 30 juin 2012 page 10790).

Le territoire concerné par cette demande d'introduction dans l'environnement est la France métropolitaine continentale.

ORGANISATION DE L'EXPERTISE

Les données prises en compte sont celles qui ont été jugées valides par l'Anses. L'avis présente une synthèse des éléments scientifiques essentiels qui conduisent aux recommandations émises par l'Agence et n'a pas pour objet de retracer de façon exhaustive les travaux d'évaluation menés par l'Agence.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

Une analyse de l'incertitude selon un guide de l'Anses³ a été conduite.

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « Substances et produits phytopharmaceutiques, biocontrôle ». L'Anses a confié l'expertise au groupe de travail « Macro-organismes utiles aux végétaux ». Le résultat de cette expertise a été présenté au CES ; le présent avis a été adopté par le CES réuni le 01/10/2024.

L'Anses prend en compte les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION

CARACTÉRISTIQUES DU MACRO-ORGANISME

Identification taxonomique du macro-organisme et méthodes d'identification

En l'état des connaissances, la taxonomie est la suivante :

Classe : Insecta

Ordre : Hymenoptera

Famille : Braconidae Nees, 1811

Sous-Famille : Microgastrinae Förster, 1862

Tribu : Cotesiini Mason, 1981

Genre : *Cotesia* Cameron, 1891

Espèce : *Cotesia typhae* Fernandez-Triana

Décrite pour la première fois en 2017, *Cotesia typhae* apparaît comme une nouvelle espèce du complexe *Cotesia flavipes* (Kaiser *et al.*, 2017a). Ce dernier regroupe plusieurs espèces allopatriques du genre *Cotesia* (*C. chilonis*, *C. flavipes*, *C. nonagriæ*, *C. sesamiae*, *C. typhae*), présentant, au sein d'une même zone géographique, de fortes similitudes morphologiques, biologiques et écologiques (Kimani-Njogu et Overholt, 1997 ; Sigwalt et Pointel, 1980).

L'identité du macro-organisme objet de la demande a été étayée par un certificat d'identification moléculaire sur la base d'analyses réalisées par une entité scientifique et technique reconnue. Ces éléments confirment, au regard des données actuellement disponibles concernant l'identification de l'espèce, le rattachement du macro-organisme objet de la demande à l'espèce *Cotesia typhae* et permettront d'assurer une traçabilité en cas d'évolution de la taxonomie de cette espèce dans le futur.

³ Anses 2023. Guide méthodologique pour la planification des expertises, l'analyse d'incertitude, la revue de la littérature et l'évaluation du poids des preuves

Il convient de noter que la variabilité observée pour certains marqueurs moléculaires (COI, ARN 16S, marqueurs nucléaires...) laisse supposer l'existence d'autres espèces cryptiques au sein de ce complexe (Branca *et al.*, 2011 ; Kaiser *et al.*, 2015 ; Muirhead *et al.*, 2012).

Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 28 juin 2012, un échantillon d'individus de référence devra être déposé au Centre de Biologie et de Gestion des Populations (CBGP).

Description, biologie, écologie, origine et répartition du macro-organisme

Cotesia typhae est un petit hyménoptère parasitoïde appartenant au complexe *Cotesia flavipes*, regroupant actuellement cinq espèces sœurs (*C. chilonis*, *C. flavipes*, *C. nonagrioides*, *C. sesamiae*, *C. typhae*), toutes parasitoïdes de lépidoptères foreurs (*Busseola* sp., *Chilo* sp., *Sesamia* sp., *Pirateola* sp.) (Kaiser *et al.*, 2015). Décrite pour la première fois en 2017, cette nouvelle espèce a longtemps été considérée comme appartenant à *C. sesamiae*, indigène dans de nombreux pays d'Afrique de l'Est et du Sud (Ngi-Song et Overholt, 1997 ; Polaszek et Walker, 1991). Des échantillonnages conduits en Afrique sub-saharienne dans les années 2010 ont toutefois permis de distinguer *C. typhae* des lignées de *C. sesamiae* sur la base de spécificités écologiques, biologiques et moléculaires (Kaiser *et al.*, 2015 ; Kaiser *et al.*, 2017a).

Actuellement observée au Kenya, en Éthiopie et en Tanzanie, *C. typhae* aurait pour hôte exclusif la sésamie du maïs *Sesamia nonagrioides*, ravageur endémique du continent africain également présent dans de nombreux pays du bassin méditerranéen dont la France (CABI, 2021 ; Moyal, 2006). *Cotesia typhae* a été exclusivement observée sur des espèces monocotylédones des genres *Typha* et *Cyperus* (massettes et souchets, généralement aquatiques), présentant donc une grande spécificité de plantes hôtes dans son aire d'origine (Kaiser *et al.*, 2015).

D'après des expériences conduites en conditions contrôlées, le cycle de développement de *C. typhae* est d'une vingtaine de jours environ à 21°C. Dans ces conditions, les femelles gravides parasitent en moyenne 2 chenilles de *S. nonagrioides* au cours de leur vie, en pondant une certaine d'œufs au total. Après la ponte, l'ensemble du cycle larvaire, d'une quinzaine de jours, est réalisé à l'intérieur de la chenille maintenue en vie (endoparasitisme koinobionte) (Kaiser *et al.*, 2017a). Après avoir émergé de l'hôte, les larves des espèces du complexe *C. flavipes* nymphosent généralement à proximité immédiate de la chenille parasitée, formant des masses de cocons caractéristiques (Kaiser *et al.*, 2017b ; Muirhead *et al.*, 2010).

D'après une étude récente, le développement et la survie de *C. typhae* sont fortement compromis à des températures inférieures à 15°C. Contrairement à d'autres espèces du genre *Cotesia*, les espèces du complexe *flavipes* ne présentent pas de diapause au stade prépupal ; en zone tempérée, *C. typhae* ne pourrait donc pas se maintenir pendant l'hiver sous forme de nymphes ou de larves abritées dans des chenilles diapausantes (Fortuna *et al.*, 2023).

Cotesia typhae a été observée à ce jour dans trois pays d'Afrique de l'Est mais sa présence est suspectée dans d'autres pays du continent où se trouve *Sesamia nonagrioides* (Kaiser *et al.*, 2017a). Toutefois, sa gamme de températures optimales (15-25°C) apparaît plus restreinte que celle de son hôte, observé sous des latitudes variées (Kergoat *et al.*, 2015).

La sésamie du maïs est notamment présente dans plusieurs pays d'Europe tels que l'Espagne, la France, la Grèce, l'Italie et le Portugal (CABI, 2021). En France, elle a été signalée dans toutes les régions de la moitié sud du pays (Auvergne Rhône-Alpes, Nouvelle Aquitaine, Occitanie, PACA, Corse) mais aussi plus récemment dans les pays de la Loire (Naino Jika *et al.*, 2020 ; MNHN et OFB, 2024).

Compte-tenu de ces informations, l'espèce *Cotesia typhae* n'est pas indigène du territoire revendiqué contrairement à son hôte *S. nonagrioides*.

L'origine et la date de collecte de la souche à l'origine de l'élevage ont été décrites. La localisation de l'élevage a également été précisée.

Utilisation et cible du macro-organisme

Le macro-organisme objet de la demande n'est, à ce stade, pas destiné à être commercialisé mais sera utilisé dans le cadre de lâchers augmentatifs expérimentaux ayant pour but d'évaluer son efficacité contre la sésamie du maïs *Sesamia nonagrioides* en France métropolitaine continentale (dans le cadre du projet ANR BIOCOSMA). L'utilisation du macro-organisme est donc, dans le cadre de cette demande, destinée à des parcelles de maïs en plein champ dans les départements de la Haute-Garonne, de l'Ariège, du Tarn et Garonne, des Landes ou des Pyrénées-Atlantiques.

Contrôle de la qualité du produit

Le macro-organisme objet de la demande n'étant pas destiné à être commercialisé, aucune information relative au producteur et au produit (nom commercial, formulation, composition, modalités d'étiquetage) n'est attendue. Toutefois, les modalités d'utilisation du macro-organisme envisagées pour les lâchers expérimentaux (stades de développement, conditionnements, densité des lâchers) ont été précisées.

Les procédures relatives au contrôle de la qualité de l'élevage ont été décrites et sont considérées comme satisfaisantes.

Le demandeur indique qu'un apport de nouveaux individus, prélevés dans le pays d'origine de la souche, est réalisé régulièrement au sein de l'élevage (« rafraîchissement » génétique). Il conviendra que le demandeur réalise une identification moléculaire de ces nouveaux individus à chaque nouvel apport.

EVALUATION DES RISQUES ET DES BENEFICES LIÉS À L'INTRODUCTION DU MACRO-ORGANISME DANS L'ENVIRONNEMENT

Etablissement et dispersion du macro-organisme dans l'environnement

Facteurs abiotiques :

Cotesia typhae a été, à ce jour, observée exclusivement dans des pays d'Afrique sub-saharienne au climat tropical (Kenya, Éthiopie, Tanzanie). Il convient de noter que, dans l'aire d'origine du macro-organisme, les températures journalières moyennes les plus faibles sont rarement inférieures à 15°C.

Des études récentes conduites en conditions contrôlées (Bressac *et al.*, 2023 ; Fortuna *et al.*, 2023) ont confirmé la forte sensibilité de cette espèce aux températures inférieures à 15°C, sur la base des observations suivantes :

- L'absence d'émergence de *C. typhae* en cas d'exposition de chenilles de sésamie parasitées à 5°C pendant 14 jours, confirmant la mort des stades ovo-larvaires du parasitoïde ;
- La formation de seulement 5% de cocons de *C. typhae* en cas d'exposition des chenilles à 10°C pendant 14 jours (vs 50% à 15°C) ;
- Des taux de mortalité des stades pupaux élevés (90%) en cas d'exposition des cocons à 5 ou 10°C pendant 7 jours (vs 50% à 15°C) ;
- Une activité des adultes très réduite (0 à 43 mouvements/individu) en cas d'exposition à des températures inférieures à 15°C pendant 6 heures (vs 249 et 616 mouvements à 20 et 27°C) ;
- L'exposition de nymphes mâles à de faibles températures (10°C) affecterait significativement leur fertilité au stade adulte, diminuant alors la quantité de femelles dans leur descendance de plus de 30%.

L'ensemble des données disponibles sur la biologie de *C. typhae* suggèrent donc une faible probabilité de survie et de développement de l'espèce en cas d'exposition prolongée à des températures inférieures à 10°C, habituellement enregistrées en France métropolitaine continentale pendant l'hiver.

Une cartographie des probabilités d'hivers défavorables à l'espèce en France (température journalière moyenne ne dépassant pas 10°C pendant 14 jours consécutifs), construite à partir des données météorologiques générées par 42 stations Météo France entre 2000 et 2020, montre que des hivers favorables peuvent avoir lieu sur la côte Atlantique (probabilité de 0 à 20%) ainsi que sur le pourtour méditerranéen (probabilité de 30 à 60%) (Fortuna *et al.*, 2023). Néanmoins, la culture de maïs est actuellement peu présente dans le bassin méditerranéen et y semble, par ailleurs, peu concernée par la sésamie.

Facteurs biotiques (habitat, hôtes) :

Dans son aire d'origine, *C. typhae* n'a été observée que sur des chenilles de *S. nonagrioides* issues de plants de *Typha domingensis*, *Cyperus dives* et *C. exaltatus*. Toutefois, des observations conduites en laboratoire ont montré une forte attractivité du parasitoïde pour des tiges de maïs infestées par *S. nonagrioides* et une bonne acceptation de l'hôte sur cette plante, suggérant la compatibilité entre *C. typhae* et cette espèce de Poacées (Kaiser *et al.*, 2017a).

Outre les facteurs abiotiques décrits précédemment, la période actuelle de culture du maïs en France (printemps-automne) et le cycle biologique de *S. nonagrioides* (diapause hivernale dans les collets des plants infestés) devraient également limiter la probabilité de survie du parasitoïde pendant l'hiver, *C. typhae* ne diapausant pas d'après les données disponibles (Fortuna *et al.*, 2023). D'autres facteurs pourront également réduire cette probabilité de survie hivernale :

- Une densité d'hôtes viables faible voire nulle pendant l'hiver (inaccessibilité des larves de sésamie diapausantes, destruction des résidus de culture après récolte) ;
- La très courte durée de vie des parasitoïdes adultes, de l'ordre de quelques jours environ, ne leur permettant pas de passer l'hiver sans hôte immédiatement disponible pour compléter leur cycle ;
- L'absence d'hôte alternatif pendant cette période, les espèces de lépidoptères non cibles *a priori* propices au développement de *C. typhae* diapausant sous la forme d'œuf pendant l'hiver (voir Risque potentiel pour les organismes non cibles).

Dispersion du macro-organisme :

Aucune donnée sur les capacités de dispersion active de *C. typhae* n'est actuellement disponible. D'après des données sur l'espèce sœur *C. flavipes*, les parasitoïdes adultes lâchés dans des parcelles agricoles parcourraient une trentaine de mètres en moyenne au cours de leur vie (Sallam *et al.*, 2001). La dispersion longue-distance de l'espèce serait de 11 km par an environ sur une quinzaine de générations (Omwega *et al.*, 2006). Compte-tenu de ces données et de la biologie de *C. typhae*, une dispersion sur de courtes ou de moyennes distances, dans et en dehors des parcelles où auront lieu les lâchers, peut être attendue en France métropolitaine continentale. Par ailleurs, la dispersion passive de *C. typhae* pourrait être facilitée par anémochorie ou par des activités humaines, dont les transports de matériel végétal.

Ainsi, la probabilité d'établissement et de dispersion du macro-organisme objet de la demande est considérée, dans les conditions climatiques actuelles, comme faible sur le territoire de la France métropolitaine continentale avec un niveau d'incertitude faible pouvant conduire à une surestimation ou une sous-estimation (cf. annexe 1). Cette incertitude est liée à la nature des données biologiques disponibles sur *C. typhae*, obtenues exclusivement en conditions contrôlées, et à la comparaison qualitative de ces données aux données climatiques moyennes obtenues en France métropolitaine continentale ces dernières années.

La prise en compte du phénomène de dérèglement climatique conduit toutefois à nuancer ces conclusions et pourrait aboutir à une sous-estimation de la probabilité d'établissement et de dispersion de *C. typhae* en France métropolitaine continentale (cf. annexe 1). En effet, la probabilité d'un établissement localisé est susceptible, dans le futur, d'augmenter avec le dérèglement climatique, pouvant alors générer des situations favorables à cette espèce non diapausante, ainsi qu'à son hôte. La prise en compte du phénomène de dérèglement climatique dans l'analyse est associée à une incertitude de niveau modéré pouvant conduire à une sous-estimation.

Compte-tenu des incertitudes liées au dérèglement climatique et du statut exotique actuel de *C. typhae* en France métropolitaine continentale, l'établissement et la dispersion de cette espèce devraient faire l'objet d'un suivi au sein ou à proximité des parcelles agricoles concernées par des lâchers. Toute constatation de l'établissement de l'espèce devra faire l'objet d'une information immédiate aux autorités compétentes.

Risque potentiel pour la santé humaine et/ou animale

Les espèces du complexe *C. flavipes* ne sont pas connues comme étant vectrices de pathogène spécifique de l'humain ou de l'animal.

Le seul risque potentiel identifié est un risque de sensibilisation chez l'humain. En effet, plusieurs publications ont montré que les travailleurs des serres pouvaient souffrir de manifestations allergiques, liées à une ou plusieurs sources pouvant être des plantes cultivées mais aussi des acariens ou des insectes qu'ils soient ravageurs, auxiliaires de lutte biologique ou proies d'élevage (Kronqvist *et al.*, 2005 ; Suojalehto *et al.*, 2021 ; Ganseman *et al.*, 2022 ; Lindström *et al.*, 2023). Aucune publication étudiant ce type d'effet avec *C. typhae* en milieu fermé n'a été identifiée. Aucune publication étudiant ce type d'effet avec *C. typhae* ou tout autre auxiliaire de lutte biologique en milieu ouvert n'a été identifiée.

Compte tenu des données disponibles, une sensibilisation consécutive à une exposition à *C. typhae* ne peut être totalement exclue. Néanmoins, s'agissant d'une utilisation en milieu ouvert (en plein champ), le niveau d'exposition dans les conditions d'utilisation devrait être limité (faible probabilité de contact). Ainsi le risque potentiel de sensibilisation peut être considéré comme faible avec un niveau d'incertitude fort pouvant conduire à une sur-estimation ou une sous-estimation du risque (cf. annexe 1).

Il n'est pas attendu d'autres risques pour la santé humaine et/ou animale suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande. Aucune source d'incertitude n'a été identifiée.

Risque potentiel pour la santé des végétaux

Les espèces du complexe *C. flavipes*, et les parasitoïdes en général, ne sont pas connus pour avoir un comportement phytophage.

Par ailleurs, il n'existe pas d'observations sur la transmission de phytopathogènes entre *C. typhae* et insectes hôtes. De plus, les chenilles de sésamie, hôtes de *C. typhae*, ne font pas partie des insectes piqueurs suceurs et, à ce titre, ne sont pas considérées comme des vecteurs courants de maladies des plantes. Il n'existe d'ailleurs aucune donnée publiée de vection par la sésamie du maïs.

Considérant l'ensemble de ces éléments, le risque pour la santé des végétaux suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande, peut être considéré comme négligeable.

Dans un contexte de données abondantes sur le maïs et la sésamie du maïs, l'absence de donnée publiée documentant un tel risque permet de conclure à un niveau d'incertitude faible pouvant conduire à une sous-estimation (cf. annexe 1).

Risque potentiel pour les organismes non cibles

Lépidoptères non cibles :

➤ Données sur *Cotesia typhae* disponibles

Des tests de spécificité, décrits dans le dossier technique, ont été mis en place par le demandeur afin de quantifier les risques de parasitisme de *C. typhae* sur plusieurs espèces de lépidoptères non cibles endémiques de la France métropolitaine. Une liste de 14 espèces pertinentes a été établie d'après (i) leur aire de répartition sur le territoire, recoupant partiellement ou totalement l'aire de distribution actuelle de la sésamie du maïs et (ii) leur(s) plante-hôte(s), correspondant exclusivement à des graminées. Toutefois, 6 espèces n'ont pas pu être échantillonnées en quantités suffisantes et n'ont donc pas pu être testées. Les 8 espèces restantes sont : *Archanara neurica*, *Coenobia rufa*, *Globia sparganii*, *Lenisa geminipuncta*, *Nonagria typhae*, *Chilo phragmitellus*, *Orthotelia sparganella* et *Ostrinia nubilalis*. Les 5 premières, appartenant à la même sous-famille que la sésamie du maïs (Noctuidae), ont été sélectionnées pour leur proximité taxonomique avec la cible. Les 3 autres espèces appartiennent à des familles différentes et ne sont donc pas apparentées à la cible. Il convient de noter que les habitats favorables à l'ensemble de ces espèces endémiques sont généralement des zones humides pouvant abriter des plantes des genres *Typha* et *Cyperus* (zones littorales, dunes côtières, tourbières, marais, roselières...) (MNHN et OFB, 2024). Par ailleurs, d'après la base de données de l'INPN, aucune de ces 14 espèces ne bénéficie actuellement d'un statut d'espèce protégée ou menacée dans les régions où auront lieu les lâchers expérimentaux (MNHN et OFB, 2024).

Une première série de tests en conditions contrôlées a été réalisée dans le but de déterminer, pour chaque espèce, les paramètres suivants :

- L'acceptation de l'espèce par *C. typhae*, correspondant au taux de ponte du parasitoïde en conditions de non-choix ;

- Le développement de *C. typhae*, correspondant au taux de formation de cocons après ponte des parasitoïdes femelles ;
- La mortalité de l'espèce liée au parasitisme (développement du parasitoïde et/ou piqûres de ponte) ;
- L'attrait, en olfactomètre, des femelles de *C. typhae* pour les signaux olfactifs émis par l'espèce non cible sur sa plante-hôte, face aux signaux émis par *S. nonagrioides* sur maïs.

Le calcul d'un premier risque théorique de mortalité, basé sur (i) la probabilité de détection de l'espèce non cible par *C. typhae*, (ii) la proportion d'hôtes attaqués par les parasitoïdes femelles et (iii) le taux de mortalité associé, indique que 3 espèces apparentées à la cible présenteraient un risque de parasitisme supérieur à 5 % : *A. neurica*, *G. sparganii* et *N. typhae*.

Une série de tests complémentaires a été réalisée *in planta* en conditions de choix sur ces trois espèces à risque ainsi que sur *L. geminipuncta* au regard du fort attrait olfactif de *C. typhae* pour cette espèce :

- Aucune attaque de *C. typhae* sur *A. neurica* n'a été observée lorsque le parasitoïde était mis en présence, dans le même environnement, de tiges de maïs infestées par *S. nonagrioides* et de tiges de *Phalaris* sp infestées par l'espèce non cible ;
- A contrario, des attaques sur *L. geminipuncta*, *G. sparganii* et *N. typhae* ont été constatées, même en présence de maïs infesté par la sésamie, avec des taux de parasitisme respectifs de 11%, 25% et 38%.

Le calcul d'un second risque théorique, basé sur le taux de parasitisme de l'espèce *in planta* et de son taux de mortalité en conditions de non-choix, suggère l'existence d'un risque de parasitisme de *C. typhae* supérieur à 5% uniquement sur *N. typhae*. Toutefois, d'après les expériences conduites en olfactomètre, l'attrait de *C. typhae* pour *N. typhae* notamment serait beaucoup plus faible chez les femelles ayant déjà été exposées aux odeurs de maïs infesté par *S. nonagrioides* que chez les femelles naïves. Il est donc envisagé par le demandeur de mettre en présence, lors des lâchers, les individus de *C. typhae* avec des résidus de maïs préalablement infesté par la sésamie.

- Données disponibles sur d'autres parasitoïdes spécifiques du complexe *Cotesia flavipes*

Des observations réalisées au Kenya 14 ans après l'introduction de *C. flavipes* indiquent que ce parasitoïde y est toujours considéré comme spécifique de son hôte *Chilo partellus*, aussi bien en milieu cultivé qu'en milieu naturel. Quelques phénomènes de parasitisme sur le ravageur *Sesamia calamistis* ont été observés dans des parcelles de maïs, avec des taux toutefois faibles (4,1-16%) en comparaison à ceux constatés pour *C. partellus* (4,3-50%) (Mailafiya *et al.*, 2010).

Des expériences conduites en olfactomètre ont montré que *C. flavipes* pouvait réagir à des composés volatils émis par des espèces de lépidoptères non cibles. Les parasitoïdes femelles conserveraient toutefois une très forte affinité pour leur hôte préférentiel nourri sur sa plante-hôte, suggérant la reconnaissance conjointe de kairomones spécifiques de l'hôte et de synomones émises par la plante attaquée (Jembere *et al.*, 2003).

- Conclusion sur le risque potentiel pour les lépidoptères non cibles

Compte tenu de ces éléments, le risque potentiel pour les lépidoptères non cibles au sein ou à proximité des parcelles expérimentales dans lesquelles seront réalisés les lâchers est considéré comme faible sur le territoire de la France métropolitaine continentale avec un niveau d'incertitude modéré pouvant conduire à une sur-estimation ou une sous-estimation du risque (cf. annexe 1).

Ce niveau d'incertitude est lié :

- (i) à la nature des données disponibles, obtenues exclusivement en conditions contrôlées ou semi-contrôlées ;
- (ii) aux difficultés d'évaluer la probabilité de coexistence spatio-temporelle de la sésamie parasitée et des espèces non cibles (proximité entre parcelles de maïs traitées et habitats favorables aux espèces non cibles, présence d'espèces non cibles à risque, concomitance des cycles de développement) ;
- (iii) au fait que certaines espèces de lépidoptères non cibles pertinentes n'aient pas été testées faute de disponibilité. Il est également possible que d'autres espèces pertinentes n'aient pas été identifiées.

C'est pourquoi les éventuels effets non intentionnels sur les lépidoptères non cibles devront faire l'objet d'un suivi au sein ou à proximité des parcelles agricoles concernées par les lâchers. Les parcelles expérimentales et leurs abords (au moins 100 mètres) devront faire l'objet de bilans faunistiques avant, pendant et après l'expérimentation. Les parcelles expérimentales pourraient faire l'objet d'une déclaration préalable auprès des Ministères chargés de l'agriculture et de l'environnement.

Par ailleurs, comme envisagé par le demandeur, il conviendra de mettre en présence, lors des lâchers, les individus de *C. typhae* avec des résidus de maïs préalablement infesté par la sésamie.

Autres organismes non cibles:

En Europe, *S. nonagrioides* peut être l'hôte de divers parasitoïdes, notamment *Lydella thompsoni*, petite mouche présente dans de nombreuses régions de France métropolitaine continentale (Grenier *et al.*, 1990). Des études sur la biologie de *L. thompsoni* ont montré que l'espèce présentait en pratique une large gamme d'hôtes (*Archanara* sp, *Nonagria* sp, *Ostrinia nubilalis*, *S. nonagrioides*) et pouvait se retrouver, selon les saisons, dans divers habitats (parcelles de maïs, zones humides non cultivées) (Grenier *et al.*, 1990). Des échantillonnages réalisés dans des parcelles de maïs en Espagne ont par ailleurs montré que les taux de parasitisme de *L. thompsoni* sur *O. nubilalis* et *S. nonagrioides*, étaient, en milieu cultivé, très faibles (taux de parasitisme sur chenilles non diapausantes de 6,3% et 1,2%, respectivement) (Monetti *et al.*, 2003).

D'autres parasitoïdes ont été observés sur *S. nonagrioides* en Espagne : les diptères *Exorista larvarum*, *Nemoraea pellucida* et *Peribaea tibialis* ainsi que les hyménoptères *Agrypon gracilipes*, *Cotesia ruficrus*, *Cotesia plutella* et *Sinophorus turionum*. Toutefois, les taux de parasitisme correspondants sont apparus faibles (0,039 à 9,8%), ces espèces pouvant, par ailleurs, parasiter d'autres lépidoptères ravageurs du maïs (Cabello, 1989 ; Folcher *et al.*, 2011 ; Monetti *et al.*, 2003). D'après la littérature disponible, aucun de ces parasitoïdes n'est actuellement considéré comme agent de lutte biologique contre la sésamie du maïs en France.

D'après ces données, le risque pour les autres organismes non cibles *via* des phénomènes de compétition ou de substitution avec d'autres espèces ayant pour hôte *S. nonagrioides* en culture de maïs est donc considéré comme négligeable sur le territoire de la France métropolitaine continentale avec un niveau d'incertitude fort (cf. annexe 1), pouvant conduire à une sur-estimation ou une sous-estimation du risque. Ce niveau d'incertitude est lié au fait que l'estimation du risque de compétition repose sur une seule publication, dont les données ont été générées en Espagne.

Efficacité et bénéfices du macro-organisme

Il convient de rappeler que le macro-organisme objet de la demande sera utilisé dans le cadre de lâchers augmentatifs expérimentaux ayant pour but d'évaluer son efficacité contre la sésamie du maïs *S. nonagrioides* en France métropolitaine continentale. Des éléments bibliographiques, basés sur des études récentes conduites en conditions contrôlées, sont disponibles ; toutefois, les modalités des lâchers et l'efficacité pratique du macro-organisme contre *S. nonagrioides* dans les conditions environnementales de la France métropolitaine continentale restent à déterminer. Pour rappel, dans l'aire d'origine de *C. typhae*, *S. nonagrioides* n'attaque pas le maïs.

D'après une étude préliminaire conduite en laboratoire, *C. typhae* a montré une forte affinité pour deux souches européennes de *S. nonagrioides*, prélevées en France et en Italie ; les taux de parasitisme correspondants se sont avérés, en moyenne, supérieurs à celui observé pour la souche kenyane de référence (78,3% vs 69%) (Kaiser *et al.*, 2017a).

Une autre étude en laboratoire, conduite sur une souche française de sésamie, a montré des taux de parasitisme variant de 36 à 79% selon la localité du prélèvement du parasitoïde (4 localités au Kenya). La production de descendants viables après une ponte, différant également au sein des souches de *C. typhae* testées, a varié en moyenne de 33 à 70 individus/femelle/hôte, atteignant plus de 90 pour une souche hybride (Benoist *et al.*, 2017).

Afin de consolider ces résultats, 4 essais sous serre confinée ont été réalisés sur maïs en pot dans le sud de la France entre 2018 et 2022. Deux essais ont porté sur l'efficacité directe de *C. typhae* à la suite d'un lâcher, sous forme de cocons, de 610 à 1800 adultes par serre, correspondant à des densités

de parasitoïde d'environ 6 à 19 adultes par m² (1,2 à 3,5 femelles adultes par chenille). Les deux autres essais ont porté sur l'efficacité de *C. typhae* plusieurs mois après un lâcher, sous forme de cocons, de 1813 à 3550 adultes par serre, correspondant à des densités de parasitoïde d'environ 19 à 38 adultes par m² (1,3 à 1,6 femelles adultes par chenille) :

- Dans les deux premiers essais, un taux de parasitisme de 25 à 53% a été observé 8 à 10 jours après introduction du parasitoïde. En parallèle, une réduction du nombre de chrysalides du ravageur de 23 à 58% a été notée en comparaison aux plants non traités (Fortuna *et al.*, 2022) ;
- Dans le troisième essai, un taux de parasitisme de 67% a été constaté 3,5 mois après introduction du parasitoïde, associé à une réduction du nombre de chrysalides de 60% en comparaison à la serre témoin. L'activité de *C. typhae* sur toute la période de l'essai, reposant sur 2 générations du parasitoïde, suggère une efficacité sur les chenilles de la première et de deuxième générations (Fortuna *et al.*, 2022) ;
- Dans le dernier essai, seules 2 chenilles de *S. nonagrioides* ont été comptabilisées dans la serre traitée 3,5 mois après introduction du parasitoïde ; ces résultats correspondent à une efficacité quasi-totale de *C. typhae*, 620 individus du ravageur ayant été introduits au début de l'essai (Fortuna *et al.*, 2022).

Des observations réalisées sur l'espèce sœur *Cotesia flavipes* ont révélé qu'environ 30 à 40% des adultes femelles pénétrant dans les galeries creusées par les chenilles du ravageur *C. partellus* étaient tuées suite aux réactions de défense des chenilles (Potting *et al.*, 1997). Par ailleurs, la probabilité de rencontres entre le parasitoïde et son hôte serait, *in planta*, réduite par la production de déjections par les chenilles, bloquant alors l'entrée des galeries creusées par le ravageur.

Les bénéfices potentiels de l'utilisation du macro-organisme, objet de la demande, en tant qu'agent de lutte biologique, ont été argumentés. En l'absence d'essai au champ, le niveau d'efficacité du macro-organisme et ses modalités d'utilisation restent à déterminer et devraient faire l'objet d'expérimentations en plein champ sur le territoire de la France métropolitaine continentale, ce qui est l'objectif de la présente demande. A ce stade, il existe donc une incertitude d'un niveau élevé sur l'efficacité du macro-organisme, pouvant conduire à une sur-estimation de celle-ci (cf. annexe 1). Il conviendrait donc de mettre en place un suivi des bénéfices liés à cette introduction.

CONCLUSIONS

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail adopte les conclusions du groupe de travail « Macro-organismes utiles aux végétaux » et du comité d'experts spécialisé « Substances et produits phytopharmaceutiques, biocontrôle ».

Compte tenu des éléments disponibles et de l'état actuel des connaissances,

- La probabilité d'établissement et de dispersion du macro-organisme, objet de la demande, sur le territoire de la France métropolitaine continentale peut être considérée, dans les conditions climatiques actuelles, comme faible avec un niveau d'incertitude faible pouvant conduire à une surestimation ou une sous-estimation. La prise en compte du phénomène de dérèglement climatique dans l'analyse est associée à une incertitude de niveau modéré pouvant conduire à une sous-estimation de la probabilité d'établissement et de dispersion de *C. typhae* en France métropolitaine continentale.
- Le risque potentiel de sensibilisation des travailleurs peut être considéré comme faible avec un niveau d'incertitude fort pouvant conduire à une surestimation ou une sous-estimation du risque.
- Il n'est pas attendu d'autres risques pour la santé humaine et/ou animale suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande. Aucune source d'incertitude n'a été identifiée.
- Le risque potentiel pour la santé des végétaux suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande, peut être considéré comme négligeable. Dans un contexte de données abondantes sur le maïs et la sésamie du maïs, l'absence de donnée publiée documentant un tel risque permet de conclure à un niveau d'incertitude faible pouvant conduire à une sous-estimation.
- Le risque potentiel pour les lépidoptères non cibles au sein ou à proximité des parcelles expérimentales dans lesquelles seront réalisés les lâchers est considéré comme faible sur le territoire de la France métropolitaine continentale, avec un niveau d'incertitude modéré pouvant conduire à une surestimation ou une sous-estimation du risque.
- Le risque potentiel pour les autres organismes non cibles est considéré comme faible sur le territoire de la France métropolitaine continentale, avec un niveau d'incertitude fort pouvant conduire à une surestimation ou une sous-estimation.
- Les bénéfices potentiels de l'utilisation du macro-organisme, objet de la demande, en tant qu'agent de lutte biologique, ont été argumentés. En l'absence d'essai au champ, le niveau d'efficacité du macro-organisme et ses modalités d'utilisation restent à être déterminé et devraient faire l'objet d'expérimentations en plein champ sur le territoire de la France métropolitaine continentale, ce qui est l'objectif de la présente demande. A ce stade, il existe donc une incertitude d'un niveau élevé sur l'efficacité du macro-organisme, pouvant conduire à une surestimation de celle-ci.

Une synthèse de l'analyse d'incertitude est présentée en Annexe 1.

Considérant l'ensemble des données disponibles, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail émet un avis favorable à la demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement du macro-organisme non indigène *Cotesia typhae* de la société BIOLINE AGROSCIENCES France sur le territoire de la France métropolitaine continentale, uniquement dans le cadre de la phase expérimentale du projet ANR BIOCOSMA.

S'agissant d'une espèce exotique pour le territoire de la France métropolitaine continentale et compte tenu de l'ensemble des données disponibles, il conviendrait de mettre en place un suivi de l'établissement et de la dispersion du macro-organisme, des éventuels effets non intentionnels sur les lépidoptères non cibles et des bénéfices de son utilisation. S'agissant des lépidoptères non cibles, les parcelles expérimentales et leurs abords (au moins 100 mètres) devront faire l'objet de bilans faunistiques avant, pendant et après l'expérimentation. Les parcelles expérimentales pourraient faire l'objet d'une déclaration préalable auprès des Ministères chargés de l'agriculture et de l'environnement.

Par ailleurs, comme envisagé par le demandeur, il conviendra de mettre en présence, lors des lâchers, les individus de *C. typhae* avec des résidus de maïs préalablement infesté par la sésamie.

Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 28 juin 2012, un échantillon d'individus de référence devra être déposé au Centre de Biologie et de Gestion des Populations (CBGP).

Pour le directeur général, par délégation,
le directeur,
Direction de l'évaluation des produits réglementés

Mots-clés : *Cotesia typhae*, agent non indigène, macro-organisme, lutte biologique, *Sesamia nonagrioides*, parasitoïde, maïs, expérimentation, France métropolitaine continentale.

BIBLIOGRAPHIE

Dans le cadre de cet avis, l'Anses a identifié les publications pertinentes suivantes :

Benoist, R., Chantre, C., Capdevielle-Dulac, C., Bodet, M., Mougel, F., Calatayud, P. A., Dupas, S., Huguet, E., Jeannette, R., Obonyo, J., Odorico, C., Silvain, J. F., Le Ru, B., Kaiser, L. (2017). Relationship between oviposition, virulence gene expression and parasitism success in *Cotesia typhae* nov. sp. parasitoid strains. *Genetica*, 145(6), pp. 469-479.

Branca, A., Le Ru, B. P., Vavre, F., Silvain, J., Dupas, S. (2011). Intraspecific specialization of the generalist parasitoid *Cotesia sesamiae* revealed by polyDNAvirus polymorphism and associated with different *Wolbachia* infection. *Molecular Ecology*, 20(5), pp. 959-971.

Bressac, C., El Sabrout, A., Kifouche, F., Anne, M., Capdevielle-Dulac, C., Mougel, F., Kaiser, L. (2023). Hot and cold waves decrease sperm production and bias sex ratio in the parasitoid wasp *Cotesia typhae* (Hymenoptera, Braconidae). *Journal of Insect Physiology*, 149, p. 104553.

CABI, 2021. *Sesamia nonagrioides* (Mediterranean corn stalk borer). Invasive species compendium 2021. Disponible à l'adresse : <https://www.cabi.org/isc/datasheet/49754> (consulté le 04/03/2024).

Cabello, Tomas. (1989). Natural enemies of noctuid pests (Lep., Noctuidae) on alfalfa, corn, cotton and soybean crops in southern Spain. *Journal of Applied Entomology*, 108, pp. 80-88.

Folcher, L., Bourguet, D., Thiéry, D., Pélozuelo, L., Phalip, M., Weissenberger, A., Eychenne, N., Regnault-Roger, C., Delos, M. (2011). Changes in parasitoid communities over time and space: a historical case study of the maize pest *Ostrinia nubilalis*. B. Fenton (Ed.), *PLoS ONE*, 6(9), e25374, 12p.

Fortuna, T., Ruiz, I., Manson, J., Jeannette, R., Peyhorgue, A., Thibord, J.-B., Kaiser, L. (2022). Un nouvel auxiliaire pour une lutte biologique contre la sésamie du maïs : essais en serre. *Phloème 2022*, pp. 65-73.

Fortuna, T. M., Anne, M., Le Gonnidec, M., Jeannette, R., Bressac, C., Rebaudo, F., Mougel, F., Kaiser, L. (2023). Susceptibility to cold suggests low risk of establishment of a tropical parasitoid attacking the corn pest *Sesamia nonagrioides*. *Biological Control*, 186, p. 105359.

Ganseman E, Gouwy M, Bullens DMA, Breynaert C, Schrijvers R, Proost P. Reported Cases and Diagnostics of Occupational Insect Allergy: A Systematic Review. *Int J Mol Sci*. 2022 Dec 21;24(1):86. doi: 10.3390/ijms24010086. PMID: 36613529; PMCID: PMC9820383.

Grenier, S., Anglade, P., Naibo, B., Galichet, P. F., Hawlitzky, N. (1990). Enquête sur la répartition des tachinaires [Diptera: Tachinidae] parasitoïdes de la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* [Lepidoptera: Pyralidae] en France (1985–87). *Entomophaga*, 35(3), pp. 485-491.

Jembere, B., Ngi-Song, A. J., Overholt, W. (2003). Olfactory responses of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) to target and non-target Lepidoptera and their host plants. *Biological Control*, 28(3), pp. 360-367.

Kaiser, L., Le Ru, B. P., Kaoula, F., Paillusson, C., Capdevielle-Dulac, C., Obonyo, J. O., Herniou, E. A., Jancek, S., Branca, A., Calatayud, P.A., Silvain, J., Dupas, S. (2015). Ongoing ecological speciation in *Cotesia sesamiae*, a biological control agent of cereal stem borers. *Evolutionary Applications*, 8(8), pp. 807–820.

Kaiser, L., Fernandez-Triana, J., Capdevielle-Dulac, C., Chantre, C., Bodet, M., Kaoula, F., Benoist, R., Calatayud, P.-A., Dupas, S., Herniou, E.A., Jeannette, R., Obonyo, J., Silvain, J.-F., Le Ru, B. (2017a). Systematics and biology of *Cotesia typhae* sp. n. (Hymenoptera, Braconidae, Microgasterinae), a potential biological control agent against the noctuid Mediterranean corn borer, *Sesamia nonagrioides*. *ZooKeys*, 682, pp. 105–136.

- Kaiser, L., Dupas, S., Branca, A., Herniou, E. A., Clarke, C. W., Capdevielle Dulac, C., Obonyo, J., Benoist, R., Gauthier, J., Calatayud, P. A., Silvain, J. F., Le Ru, B. P. (2017b). The *Cotesia sesamiae* story: insight into host-range evolution in a Hymenoptera parasitoid and implication for its use in biological control programs. *Genetica*, 145(6), pp. 455-468).
- Kergoat, G. J., Toussaint, E. F. A., Capdevielle-Dulac, C., Clamens, A.-L., Ong'amo, G., Conlong, D., van Den Berg, J., Cugala, D., Pallangyo, B., Mubenga, O., Chipabika, G., Ndemah, R., Sezonlin, M., Bani, G., Molo, R., Ali, A., Calatayud, P.A., Kaiser, L., Silvain, J.F., Le Ru, B. (2015). Integrative taxonomy reveals six new species related to the Mediterranean corn stalk borer *Sesamia nonagrioides* (Lefèbvre) (Lepidoptera, Noctuidae, Sesamiina). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 175(2), pp. 244–270.
- Kimani-Njogu, S.W., Overholt W.A. (1997). Biosystematics of the *Cotesia flavipes* species complex (Hymenoptera: Braconidae), parasitoids of the gramineous stemborers. *Insect Science and its Application*, 17(1), pp. 119-130.
- Kronqvist, M., Johansson, E., Kolmodin-Hedman, B., Öman, H., Svartengren, M., Van Hage-Hamsten, M. (2005) IgE-sensitization to predatory mites and respiratory symptoms in Swedish greenhouse workers. *Allergy* 60(4):521-526. doi: 10.1111/j.1398-9995.2004.00687.x.
- Lindström, I., Hölltä, P., Airaksinen, L., Suuronen, K., Suomela, S., Suojalehto, H. (2023) Occupational asthma, rhinitis and contact urticaria from greenhouse work. *Occup. Med. (Lond.)* 73(8):470-478. doi: 10.1093/occmed/kqad099
- Mailafiya, D. M., Ru, B. P. L., Kairu, E. W., Calatayud, P.A., Dupas, S. (2010). Geographic distribution, host range and perennation of *Cotesia sesamiae* and *Cotesia flavipes* Cameron in cultivated and natural habitats in Kenya. *Biological Control*, 54(1) pp. 1-8.
- MNHN & OFB [Ed]. 2003-2024. *Sesamia nonagrioides*. Inventaire national du patrimoine naturel (INPN), Disponible à l'adresse: <https://inpn.mnhn.fr> (consulté le 29 février 2024).
- Monetti, L., Ordás Pérez, A., Malvar Pintos, R.A., Cordero Rivera, A. (2003). Parasitoids incidence and diversity on maize stem borers *Sesamia nonagrioides* Lefebvre and *Ostrinia nubilalis* Hübner in NW Spain. *Maydica* 48(2), pp. 133-139.
- Moyal, P. (2006). History of the systematics of the *Sesamia sensu lato* group of African noctuid stem borers of monocotyledonous plants (Lepidoptera). *Annales de la Société entomologique de France*, 42(3-4), pp. 285-291.
- Muirhead, K. A., Sallam, N., Austin, A. D. (2010). Life history traits and foraging behaviour of *Cotesia nonagriiae* (Olliff) (Hymenoptera: Braconidae), a newly recognised member of the *Cotesia flavipes* complex of stemborer parasitoids. *Australian Journal of Entomology*, 49(1), pp. 56–65.
- Muirhead, K. A., Murphy, N. P., Sallam, N., Donnellan, S. C., Austin, A. D. (2012). Phylogenetics and genetic diversity of the *Cotesia flavipes* complex of parasitoid wasps (Hymenoptera: Braconidae), biological control agents of lepidopteran stemborers. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 63(3), pp. 904-914.
- Naino Jika, A. K., Le Ru, B., Capdevielle-Dulac, C., Chardonnet, F., Silvain, J. F., Kaiser, L., Dupas, S. (2020). Population genetics of the Mediterranean corn borer (*Sesamia nonagrioides*) differs between wild and cultivated plants. T.-Y. Chiang (Ed.), *PLoS ONE*, 15(3), e0230434, 17p.
- Ngi-Song, A.J., Overholt, W.A (1997). Host location and acceptance by *Cotesia flavipes* Cameron and *C. Sesamiae* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae), parasitoids of African gramineous stemborers: role of frass and other host cues. *Biological Control*, 9, pp. 136-142.

Omwega, C. O., Muchugu, E., Overholt, W. A., Schulthess, F. (2006). Release and establishment of *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) an exotic parasitoid of *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Crambidae) in East and Southern Africa. *Annales de la Société entomologique de France*, 42(3-4), pp. 511-517.

Polaszek, A., Walker, A.K. (1991). The *Cotesia flavipes* species-complex: parasitoids of cereal stem borers in the tropics. *Proc. 4th Eur. Workshop on Insect parasitoids, Perugia 1991, REDIA 74(3)*, pp. 335-341.

Potting, R. P. J., Overholt, W. A., Danso, F. O., Takasu, K. (1997). Foraging behavior and life history of the stemborer parasitoid *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Insect Behavior*, 10(1), pp. 13–29.

Sallam, M. N., Overholt, W. A., Kairu, E. (2001). Dispersal of the exotic parasitoid *Cotesia flavipes* in a new ecosystem. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 98(2), pp. 211–217.

Sigwalt, B., Pointel, J.G. (1980). Statut spécifique et séparation des *Apanteles* du sous-groupe *flavipes* [Hym.: Braconidae] utilisés en lutte biologique. *Annales de la Société entomologique de France*, 16(1), pp. 109-128.

Suojalehto, H., Hölttä, P., Suomela, S., Savinko, T., Lindström, I., Suuronen, K. (2021) High Prevalence of Sensitization to Mites and Insects in Greenhouses Using Biologic Pest Control. *J. Allergy Clin. Immunol. Pract.* 2021, 9, 4130–4137.e1

Annexe 1 : Tableau des incertitudes

Volet de l'expertise	Origine	Description	Prise en compte (solution choisie pour traiter l'incertitude lors de l'expertise)	Impact de l'incertitude sur le résultat de l'expertise (1) Amplitude et direction
Identification du macro-organisme (MO)	Pas de source d'incertitude identifiée	-	-	-
Probabilité d'établissement et de dispersion du macro-organisme dans l'environnement	Nature des données disponibles sur la biologie de <i>C. typhae</i>	L'ensemble des données sur <i>C. typhae</i> repose sur des tests conduits en conditions contrôlées. Aucune donnée de terrain issue de territoires aux conditions environnementales similaires à celles de la France métropolitaine continentale (FMC) n'est disponible. Les données obtenues en conditions contrôlées ont donc été extrapolées.	Pas de prise en compte, car ce sont les seules données disponibles	Impact d'amplitude faible, Sur- ou sous-estimation
	Conditions climatiques actuelles	L'analyse repose sur une comparaison qualitative des paramètres biologiques obtenus en conditions contrôlées et des données climatiques moyennes obtenues en FMC ces dernières années.	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude négligeable à faible Sur- ou sous-estimation
	Dérèglement climatique	La probabilité d'un établissement localisé est susceptible d'augmenter, dans le futur, avec le dérèglement climatique, qui pourrait générer des situations favorables à cette espèce non diapausante, ainsi qu'à son hôte.	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude modérée. Sous-estimation
Risque potentiel de sensibilisation	Utilisation en milieu ouvert	Données disponibles uniquement pour d'autres arthropodes et en milieu fermé	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude forte Sur- ou sous-estimation
Autres risques potentiels pour la santé humaine et/ou animale	Pas de source d'incertitude identifiée	-	-	-
Risque potentiel pour la santé des végétaux	Transmission d'organismes phytopathogènes au maïs	Les chenilles de sésamie, hôtes de <i>C. typhae</i> , ne font pas partie des insectes piqueurs suceurs et, à ce titre, ne sont pas considérées comme des vecteurs courants de maladies des plantes. Aucune donnée publiée documentant un tel risque dans un contexte de données abondantes sur le maïs et la sésamie du maïs.	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude faible sous-estimation
Risque potentiel pour les lépidoptères non cibles	Nature des données disponibles sur la biologie de <i>C. typhae</i>	L'ensemble des données sur <i>C. typhae</i> repose sur des tests conduits en conditions contrôlées ou semi-contrôlées. Aucune donnée de terrain issue de territoires aux conditions environnementales similaires à celles de la FMC n'est disponible. Les données obtenues en conditions contrôlées ou semi-contrôlées ont donc été extrapolées.	Pas de prise en compte, car ce sont les seules données disponibles	Impact d'amplitude faible, Sur- ou sous-estimation
	Représentativité des espèces de lépidoptères non cibles testées	Certaines espèces de lépidoptères non cibles pertinentes n'ont pas été testées faute de disponibilité. Il est possible que d'autres espèces pertinentes n'aient pas été identifiées.	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude modérée Sous-estimation
	Coexistence spatio-temporelle de <i>C. typhae</i> et des espèces non cibles	Difficultés d'évaluer la probabilité de coexistence spatio-temporelle de <i>C. typhae</i> adulte et des espèces non cibles (proximité entre parcelles de maïs traitées et habitats favorables aux espèces non cibles, présence d'espèces non cibles à risque, concomitance des cycles de développement)	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude modérée Sur ou Sous-estimation
Risque potentiel pour les autres organismes non cibles	Compétition avec d'autres espèces	L'estimation du risque de compétition repose sur une seule publication, dont les données ont été générées en Espagne.	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude forte Sur- ou sous-estimation
Efficacité et bénéfices du macro-organisme	Conditions expérimentales des essais disponibles	Dans l'aire d'origine de <i>C. typhae</i> , <i>S. nonagrioides</i> n'attaque pas le maïs. Aucun essai au champ n'a donc été mis en œuvre dans l'aire d'origine. Les données actuelles ont été obtenues en conditions de laboratoire et en serre confinée. Il n'y a pas encore d'essai au champ et les modalités d'utilisation du macro-organisme en pratique n'ont pas encore été déterminées.	Pas de prise en compte	Impact d'amplitude forte Surestimation

(1) L'échelle d'amplitude utilisée est la suivante : nulle, négligeable, faible, modérée, forte.